

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 12 441.1

**Anmeldetag:** 20. März 2003

**Anmelder/Inhaber:** Compact Dynamics GmbH, 82319 Starnberg/DE

**Bezeichnung:** Wanderfeldmaschine

**IPC:** H 02 K 3/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 22. März 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

## Wanderfeldmaschine

### **Beschreibung**

#### Bereich der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Wanderfeldmaschine. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Wanderfeldmaschine mit einem Ständer und einem Läufer, die jeweils wenigstens eine Ständerspule bzw. eine Läuferspule aufweisen, wobei der Ständer bzw. der Läufer einen weichmagnetischen Eisenkörper mit einem Ständer- bzw. Läuferücken aufweist. An dem weichmagnetischen Eisenkörper sind unter Bildung von Zähnen beabstandete Nuten ausgebildet, die zu einem Luftspalt hin orientiert sind, den der Ständer mit dem Läufer begrenzt.

#### Begriffsdefinitionen

Unter dem Begriff "Wanderfeldmaschinen", also Asynchron-, Synchron-, Reluktanzmaschinen etc. sind sowohl Motoren als auch Generatoren verstanden, wobei es insbesondere für die Erfindung unerheblich ist, ob eine solche Maschine als rund laufende Maschine oder zum Beispiel als Linearmotor ausgestaltet ist. Außerdem ist die Erfindung sowohl bei Innenläufermaschinen als auch bei Außenläufermaschinen einsetzbar.

#### Hintergrund der Erfindung

Bei der Verminderung des Volumens hocheffizienter elektrischer Maschinen spielt die Bauform und Anordnung der Leiter eine entscheidende Rolle. Möglichst kurze Leiterlängen in den Wicklungsköpfen bei einer hohen Raumausnutzung vermindern die ohmschen Verluste und erhöhen die Leistungsdichte der elektrischen Maschine.

Da die ohmschen Verluste in der Ansteuerung und in der Wicklung dem zu schaltenden Strom proportional sind, muß eine gewisse Leiterlänge im Magnetfeld bereitgestellt werden, um bei einem möglichst niederohmigen Leiteraufbau eine der gewünschten hohen Ansteuerspannung entsprechende induzierte Gegenspannung zu erzeugen.

Konventionelle elektrische Maschinen werden überwiegend mit kontinuierlichen Drähten - meist mit rundem Querschnitt - gewickelt. Ein dünner, flexibler Draht lässt sich zwar einfach in die Nuten einlegen, ein Nachteil besteht jedoch in der geringen Raumausnutzung in den Nuten und Wicklungsköpfen. Drähte mit rundem Leiterquer-

schnitt können die Querschnittsfläche der Nut nicht vollständig ausnutzen. Zur Erhöhung des Füllfaktors der der Nuten (Gesamt-Drahtquerschnittsfläche/Nutquerschnittsfläche) werden sogenannte Formstab-Spulen eingesetzt, bei denen an die geometrische Querschnittsgestalt der Nut angepasste, in der Regel viereckige Leiterstäbe in die Nuten eingesteckt werden, die über Stirnverbinder an ihren Enden verbunden sind, um die Spulen zu bilden. Zur Verringerung der ohmschen Verluste in den Wicklungsköpfen, also den aus den Nuten herausragenden Leitungsabschnitten der Spulen, sind eine Reihe von Lösungsansätzen bekannt, die auf die Gestaltung der Geometrie der Wicklungsköpfe gerichtet sind.

#### Stand der Technik

Aus der DE 38 03 752 A1 ist ein Ständer für einen Drehstromgenerator bekannt dessen Ständerblechpaket Nuten aufweist, in denen Ständerwicklungen angeordnet sind. Dabei haben die Ständerwicklungsabschnitte innerhalb der Nuten einen rechteckigen Querschnitt und die die Spulenköpfe bildenden Ständerwicklungsabschnitte außerhalb der Nuten einen kreisrunden Querschnitt. Die Ständerwicklungsabschnitte mit dem kreisrunden Querschnitt sind durch hohlzylindrische Leiter gebildet. Die Ständerwicklungsabschnitte mit dem rechteckigen Querschnitt sind durch Zusammenpressen des hohlzylindrischen Leiters gebildet.

Aus der GB 1 329 205 ist es bekannt, die Wicklungen als Gußkörper herzustellen, bei denen die (aus den Nuten herausragenden) Endabschnitte einen größeren Querschnitt haben als die Leiterabschnitte in den Nuten.

Aus der EP 1 039 616 A2 ist eine Wanderfeldmaschine bekannt, deren Ständer eine Ständerspule trägt. Der Ständer hat einen weichmagnetischen Eisenkörper mit einem Ständerrücken an dem unter Bildung von Zähnen beabstandete Nuten ausgebildet sind. Die Ständerspulen haben in den Nuten angeordnete Leiterstäbe und an den Stirnseiten des Ständers angeordnete, die Leiterstäbe verbindende Stirnverbinder. Die Stirnverbinder der Ständerspulen sind quer zum Nutengrund angeordnet und überragen den Nutengrund in Richtung des Ständerrückens. Die Leiterabschnitte im Stirnbereich des Stators überragen diesen radial nach innen. Die Stirnverbinder und die Leiterstäbe sind durch Zapfen miteinander vernietet.

#### Der Erfindung zugrundeliegendes Problem

Den vorstehend erläuterten, bekannten Anordnungen haftet der Nachteil an, die Anforderungen an die Leistungsdichte, wie sie in einigen Anwendungsbereichen gestellt

werden, nur teilweise zu erfüllen. Insbesondere bei Anwendungen, in denen die elektrische Maschine erhöhten Umgebungstemperaturen (etwa über 100° Celsius) ausgesetzt ist, steigen die ohmschen Verluste in den Spulen wegen des erhöhten spezifischen Widerstandes des Spulenmaterials erheblich an und tragen zu den Gesamtverlusten nennenswert bei.

#### Erfindungsgemäße Lösung

Zur Lösung dieser Probleme lehrt die Erfindung eine Wanderfeldmaschine der oben genannten Art, mit einem Ständer und einem Läufer, die jeweils wenigstens eine Ständerspule bzw. eine Läuferspule aufweisen, wobei der Ständer bzw. der Läufer einen weichmagnetischen Eisenkörper mit einem Ständer- bzw. Läuferücken aufweist, an dem unter Bildung von Zähnen beabstandete Nuten ausgebildet sind, und die Ständer- bzw. Läuferspulen in den Nuten des Ständers bzw. des Läufers angeordnete Leiterstäbe und an den Stirnseiten des Ständers bzw. Läufers angeordnete, die Leiterstäbe verbindende Stirnverbinder aufweisen, die mit den Leiterstäben elektrisch leitend verbunden sind, um Leiterstäbe in voneinander beabstandeten Nuten elektrisch zu verbinden, wobei die Stirnverbinder ein geschichtetes Paket bilden, von dem wenigstens ein thermisch leitendes Element absteht, das zu einer Wärmesenke reicht.

Diese Ausgestaltung erlaubt eine maximale Ausnutzung des vorhandenen Raums (sowohl in axialer als auch in radialer bzw. seitlicher Richtung) bei gleichzeitiger Leistungsoptimierung der elektrischen Maschine mit sehr hoher Zuverlässigkeit im Betrieb.

#### Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung steht das thermisch leitende Element mit wenigstens einem der Stirnverbinder in thermischem (Ober-)Flächenkontakt um eine thermische Verbindung zu der Wärmesenke zu bilden. Alternativ dazu kann das thermisch leitende Element als Fortsatz eines der Stirnverbinder ausgestaltet sein und von diesem abstehen um eine thermische Verbindung zu der Wärmesenke zu bilden.

Jedes der thermisch leitenden Elemente ragt dabei – je nach Ausgestaltung - in die Wärmesenke hinein oder ist mit deren Aussenwand thermisch leitend verbunden.

Vorzugsweise ist die Wärmesenke eine coaxial zu den Leiterstäben angeordnete Fluidkühlung.

5 Jeder der Stirnverbinder kann aus einem im wesentlichen ebenen dünnen Blech gebildet sein, das in seiner auf die Mittellängsachse des Ständers bzw. des Läufers bezogenen radialen Erstreckung von dem jeweiligen Leiterstab etwa bis zu der bzw. in die Wärmesenke reicht.

10 Dabei können die aus einem im wesentlichen ebenen dünnen Blech gebildeten Stirnverbinder zur Mittellängsachse des Ständers bzw. des Läufers entweder im wesentlichen quer oder im wesentlichen tangential orientiert sein. Mit anderen Worten sind die Stirnverbinder entweder flach oder hochkant orientiert. Die thermisch leitenden Elemente haben im wesentlichen die selbe Orientierung wie die Stirnverbinder.

15 Die Leiterstäbe haben an ihren Enden jeweils einen Zapfen, der in eine entsprechend geformte Ausnehmung an einem Ende des Stirnverbinders eingreift, um mit diesem eine elektrisch leitende Verbindung einzugehen.

20 Die die elektrisch leitende Verbindung der Enden der Stirnverbinder und der Enden der Leiterstäbe kann durch Elektro-Impuls-Schweißen ausgeführt sein. Alternativ können die Enden der Stirnverbinder mit den Enden des Leiterstabes auch durch Laserschweißen elektrisch leitend verbunden sein.

Abhängig von den Isolationsanforderungen an die Spulen der erfindungsgemäßen Wanderfeldmaschine sind Leiterstäbe und/oder der Stirnverbinder mit einem Kunststoff-, Keramik- oder Email-Überzug versehen. Es ist jedoch auch möglich, die Leitungen aus Aluminium herzustellen, so dass die Isolation der Leiterstäbe bzw. der Stirnverbinder gegeneinander durch eine Schicht aus Aluminiumoxid gebildet ist.

30 In entsprechender Weise können die thermisch leitenden Elemente aus Kupfer-, Aluminium-, oder diese Metalle enthaltenden Legierungen gebildet sein. Alternativ dazu können die thermisch leitenden Elemente auch aus Aluminiumnitrid geformt sein.

35 Vorzugsweise ist die Wärmesenke durch Wandabschnitte gebildet, die mit den thermisch leitenden Elementen einen Kanal für wärmeabführendes Fluid, insbesondere Wasser oder Öl begrenzen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Wanderfeldmaschine sind die Wandabschnitte der Wärmesenke durch zur Mittellängsachse des Ständers bzw. des Läufers konzentrische Ringelemente gebildet, von denen jeweils benachbarte Ringelemente thermisch leitende Elemente zwischen sich aufnehmen.

5

Zur Bildung des Kühlkanals, durch den das wärmeabführende Fluid strömt, sind die Wandabschnitte der Wärmesenke mit den thermisch leitenden Elementen verlötet, verschweißt, verklebt oder anderweitig fluiddicht und im wesentlichen formbeständig verbunden.

10

Bevorzugt sind die Wandabschnitte der Wärmesenke und die thermisch leitenden Elemente aus Kupfer, Aluminium, oder anderen thermisch leitenden Materialien gebildet. Es können je nach Besonderheiten des Einsatzgebietes der Wanderfeldmaschine auch andere thermisch gut leitenden Materialien eingesetzt werden.

15

Es besteht auch die Möglichkeit, bei elektrischen Maschinen, bei denen der Ständer bzw. Läufer ein Kühlkanal hat, die Wärmesenke für die Stirnverbinder mit der Wärmesenke für den Ständer bzw. Läufer fluitleitend zu verbinden. Dies verringert den Fluid-Leitungsauswand. Im Übrigen kann die Wärmesenke für die Stirnverbinder auch mechanisch mit dem Kühlkanal verbunden sein.

20

Dieser Kühlkanal ist bevorzugt an dem Rücken des Ständers bzw. Läufers als Wärmesenke angeordnet.

Weitere Merkmale, Eigenschaften, Vorteile und mögliche Abwandlungen werden für einen Fachmann anhand der nachstehenden Beschreibung deutlich, in der auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen ist.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

In Fig. 1 ist schematische Querschnittsdarstellung eines Ständers für eine elektrische Maschine gemäß der Erfindung schematisch veranschaulicht.

In Fig. 2 ist schematische Längsschnittsdarstellung eines Ständers für eine elektrische Maschine gemäß Fig. 1 entlang der Linie II-II veranschaulicht.

35

#### Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

In den Zeichnungen ist ein Ständer 10 für eine elektrische Maschine gemäß der Erfindung einer (nicht weiter veranschaulichten) Aussenläufermaschine, wobei die Er-

findung auch für eine Innenläufermaschine einsetzbar ist. Der Ständer 10 ist in der vorliegenden Ausführungsform aus übereinandergestapelten Blechen 11 aufgebaut, könnte aber auch aus zu der entsprechenden Form gepreßten und gesinterten Eisenpartikeln bestehen.

5

Der Ständer 10 Der Ständer 10 ist ein weichmagnetischer Eisenkörper mit einem Ständerrücken 10a und hat nebeneinander angeordnete Nuten 12, durch die Wicklungskammern für die entsprechenden Ständerspulenwicklungen 14 gebildet sind. In der gezeigten Ausführungsform haben die Wicklungskammern 12 einen im wesentlichen viereckigen Querschnitt, wobei sie an ihrer dem (nicht gezeigten) Läufer zugewandten Seite Schlitze 16 haben. Jeweils zwischen zwei Schlitzen 16 sind damit Zähne 18 gebildet (siehe Fig. 1) Dabei haben die Stirnverbinder 22 eine im wesentlichen parallele Orientierung relativ zur Stirnfläche des Ständers bzw. Läufers oder zu den Blechen 11.

10

15

Jede Ständerspule 14 ist aus im Querschnitt im wesentlichen rechteckigen Leiterstäben 20 gebildet, welche in die Wicklungskammern 12 eingebracht sind und mit Stirnverbindern 22 verbunden sind. Die Stirnverbinder 22 aller Wicklungen bilden zusammen Wicklungsköpfe 24 (siehe Fig. 2). Dabei zeigt der in Fig. 2 gezeigte Querschnitt nur ein Ende der Leiterstäbe bzw. eine Stirnseite des Ständer. Das andere, nicht gezeigte Ende stimmt spiegelbildlich überein.

20

Wie in Fig.2 gezeigt ist, bilden die die Leiterstäbe 20 elektrisch leitend verbindenden Stirnverbinder 22 ein geschichtetes Paket 26, von dem jeweils zwischen zwei Stirnverbindern 22 ein thermisch leitendes Element 28 absteht, das zu einer Wärmesenke 30 in Gestalt eines von Kühlflüssigkeit durchströmten Flüssigkeitskanals reicht.

Die thermisch leitenden Elemente 28 stehen mit den Stirnverbindern 22 in thermischem (Ober-)Flächenkontakt um eine thermische Verbindung zu der Wärmesenke 30 herzustellen. Dazu ragen die thermisch leitenden Element 27 in die Wärmesenke 30 hinein. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, sind die Stirnverbinder 22 aus einem im wesentlichen ebenen dünnen Blech gebildet ist, das in seiner auf die Mittellängsachse M des Ständers 10 bezogenen radialen Erstreckung von dem jeweiligen Leiterstab (20) in die Wärmesenke 30 reicht.

30

35

Die Leiterstäbe 20 und die Stirnverbinder 22 sind in diesem Ausführungsbeispiel aus Kupfer und haben an ihren Enden jeweils Zapfen 20a. Jeder Zapfen 20a greift in eine

entsprechende Ausnehmung 22a am Ende des jeweiligen Stirnverbinders 22 ein, um mit diesem eine elektrisch leitende Verbindung einzugehen. Dazu wird der Zapfen 22a mit der Ausnehmung 22a am Ende des Stirnverbinders 22 durch Elektro-Impuls-Schweißen oder durch Laserschweißen elektrisch leitend verbunden. Es ist jedoch  
5 auch möglich, auf die Zapfen 20a und die Ausnehmungen 22a zu verzichten und die Schweissung stumpf auszuführen. Jeder der Leiterstäbe und der Stirnverbinder sind zur elektrischen Isolation mit einem Keramik- oder Email-Überzug versehen.

Der die Wärmesenke bildende von Kühlflüssigkeit durchströmte Flüssigkeitskanal 30  
10 ist durch Wandabschnitte 30a, 30b gebildet, die zusammen mit den thermisch leitenden Elementen 28 einen hohlring-zylindrischen Kanal für wärmeabführendes Fluid begrenzen. Dazu sind die Wandabschnitte der Wärmesenke 30 durch zur Mit-  
tellängsachse M des Ständers 10 konzentrische Ringelemente 30a, 30b gebildet, von denen jeweils benachbarte Ringelemente 30a, 30a und 30b, 30b thermisch leitende  
15 Elemente 28 zwischen sich aufnehmen und mit diesen verschweisst oder verlötet sind.

Wie in Fig. 1 veranschaulicht, haben die thermisch leitenden Elemente 28 eine kreis-  
segmentförmige Gestalt, bei denen radiale Fortsätze 28a jeweils zu den Leiterstäben  
20 reichen, mit denen sie an den Zapfen 20a verschweisst sind. Der in die Wärmesenke 30 hineinreichende radial innere Abschnitt des thermisch leitenden Elementes 28 hat eine der Gestalt des Ringkanals der Wärmesenke 30 folgende Ausnehmung 28b, um die Strömung des Kühlfluides nicht zu behindern.

Wie in Fig. 2 veranschaulicht, hat der Ständer 10 an seinem Rücken 10a eine eigene  
Fluidkühlung in Form eines Kühlflüssigkeitskanals 40. Dieser Kühlflüssigkeitskanals  
40 ist coaxial zu dem von Kühlflüssigkeit durchströmten Flüssigkeitskanal 30 für die  
Kühlung der Stirnverbinder 22 angeordnet. Außerdem sind die beiden Kühleinrich-  
tungen über Durchlässe 42 miteinander fluidleitend verbunden.

Die in den Fig. gezeigten Verhältnisse und Proportionen der einzelnen Teile und Ab-  
schnitte hiervon zueinander und deren Materialdicken sind nicht einschränkend zu  
verstehen. Vielmehr können einzelne Abmessungen auch von den gezeigten abwei-  
chen.



**Patentansprüche**

- 5 1. Wanderfeldmaschine mit einem Ständer (10) und einem Läufer, die jeweils wenigstens eine Ständerspule (14) bzw. eine Läuferspule aufweisen, wobei
- der Ständer (10) bzw. der Läufer einen weichmagnetischen Eisenkörper mit einem Ständer- (10a) bzw. Läuferücken aufweist, an dem unter Bildung von Zähnen (18) beabstandete Nuten (16) ausgebildet sind, und
  - 10 - die Ständer- (14) bzw. Läuferspulen in den Nuten (16) des Ständers (10) bzw. des Läufers angeordnete Leiterstäbe (20) und an den Stirnseiten des Ständers (10) bzw. Läufers angeordnete, die Leiterstäbe (20) verbindende Stirnverbinder (22) aufweisen, die mit den Leiterstäben (20) elektrisch leitend verbunden sind, um Leiterstäbe in voneinander beabstandeten Nuten (16) elektrisch zu verbinden, wobei
  - 15 - die Stirnverbinder (22) ein geschichtetes Paket (25) bilden, von dem wenigstens ein thermisch leitendes Element (28) absteht, das zu einer Wärmesenke (30) reicht.
2. Wanderfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei
- das thermisch leitende Element (27) mit wenigstens einem der Stirnverbinder (22)
  - 20 in thermischem (Ober-)Flächenkontakt steht, oder als Fortsatz des thermisch leitenden Elementes (28) von diesem absteht um eine thermische Verbindung zu der Wärmesenke zu bilden.
3. Wanderfeldmaschine nach Anspruch 1, wobei
- jedes thermisch leitende Element (28) in die Wärmesenke (30) hineinragt oder mit deren Aussenwand (30a, 30b) thermisch leitend verbunden ist.
4. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- die Wärmesenke (30) eine koaxial zu den Leiterstäben (20) angeordnete Fluidkühlung ist.
  - 30
5. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- jeder Stirnverbinder (22) aus einem im wesentlichen ebenen dünnen Blech gebildet ist, das in seiner auf die Mittellängsachse des Ständers (10) bzw. des Läufers bezogenen radialen Erstreckung von dem jeweiligen Leiterstab (20) etwa bis zu der bzw.
  - 35 in die Wärmesenke (30) reicht.

6. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei  
- jeder aus einem im wesentlichen ebenen dünnen Blech gebildete Stirnverbinder (22) zur Mittellängsachse des Ständers (10) bzw. des Läufers entweder im wesentlichen quer oder im wesentlichen tangential orientiert ist.

5

7. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei  
- der Leiterstab (20) an seinen Enden jeweils einen Zapfen (20a) aufweist, der in eine Ausnehmung (22b) am Ende des Stirnverbinders (22) eingreift, um mit diesem eine elektrisch leitende Verbindung einzugehen.

10

8. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei  
- die elektrisch leitende Verbindung durch Elektro-Impuls-Schweißen ausgeführt ist.

15

9. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei  
- die Enden der Stirnverbinder (22) mit den Enden des Leiterstabes (20) durch Laserschweißen elektrisch leitend verbunden sind.

20

10. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei  
- der Leiterstab (20) und/oder der Stirnverbinder (22) mit einem Keramik- oder Email-Überzug versehen sind.

11. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei  
- die Wärmesenke durch Wandabschnitte (30a, 30b) gebildet ist, die mit den thermisch leitenden Elementen (28) einen Kanal für wärmeabführendes Fluid begrenzen.

30

12. Wanderfeldmaschine nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei  
- die Wandabschnitte der Wärmesenke (30) durch zur Mittellängsachse des Ständers (10) bzw. des Läufers konzentrische Ringelemente (30a, 30b) gebildet sind, von denen jeweils benachbarte Ringelemente (30a, 30a; 30b, 30b) thermisch leitende Elemente (28) zwischen sich aufnehmen.

35

13. Wanderfeldmaschine nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei  
- die Wandabschnitte (30a, 30b) der Wärmesenke (30) mit den thermisch leitenden Elementen (28) verlötet, verschweißt, verklebt oder anderweitig fluiddicht und im wesentlichen formbeständig verbunden sind.

14. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei  
- die Wandabschnitte (30a, 30b) der Wärmesenke (30) und die thermisch leitenden Elemente (28) aus Kupfer, Aluminium, oder anderen thermisch leitenden Materialien gebildet sind.

5

15. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei  
- die Wärmesenke (30) für die Stirnverbinder (22) mit einer Wärmesenke (40) für den Ständer (10) bzw. Läufer mit wenigstens einem Durchlass (42) fluidleitend verbunden ist

10

16. Wanderfeldmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei  
- die Wärmesenke für den Ständer (10) bzw. Läufer an dessen Rücken (10a) angeordnet ist.

### Zusammenfassung

Wanderfeldmaschine mit einem Ständer und einem Läufer, die jeweils wenigstens eine Ständerspule bzw. eine Läuferspule aufweisen, wobei der Ständer bzw. der Läufer einen weichmagnetischen Eisenkörper mit einem Ständer- bzw. Läuferücken aufweist, an dem unter Bildung von Zähnen beabstandete Nuten ausgebildet sind, und die Ständer- bzw. Läuferspulen in den Nuten des Ständers bzw. des Läufers angeordnete Leiterstäbe und an den Stirnseiten des Ständers bzw. Läufers angeordnete, die Leiterstäbe verbindende Stirnverbinder aufweisen, die mit den Leiterstäben elektrisch leitend verbunden sind, um Leiterstäbe in voneinander beabstandeten Nuten elektrisch zu verbinden, wobei die Stirnverbinder ein geschichtetes Paket bilden, von dem wenigstens ein thermisch leitendes Element absteht, das zu einer Wärmesenke reicht.

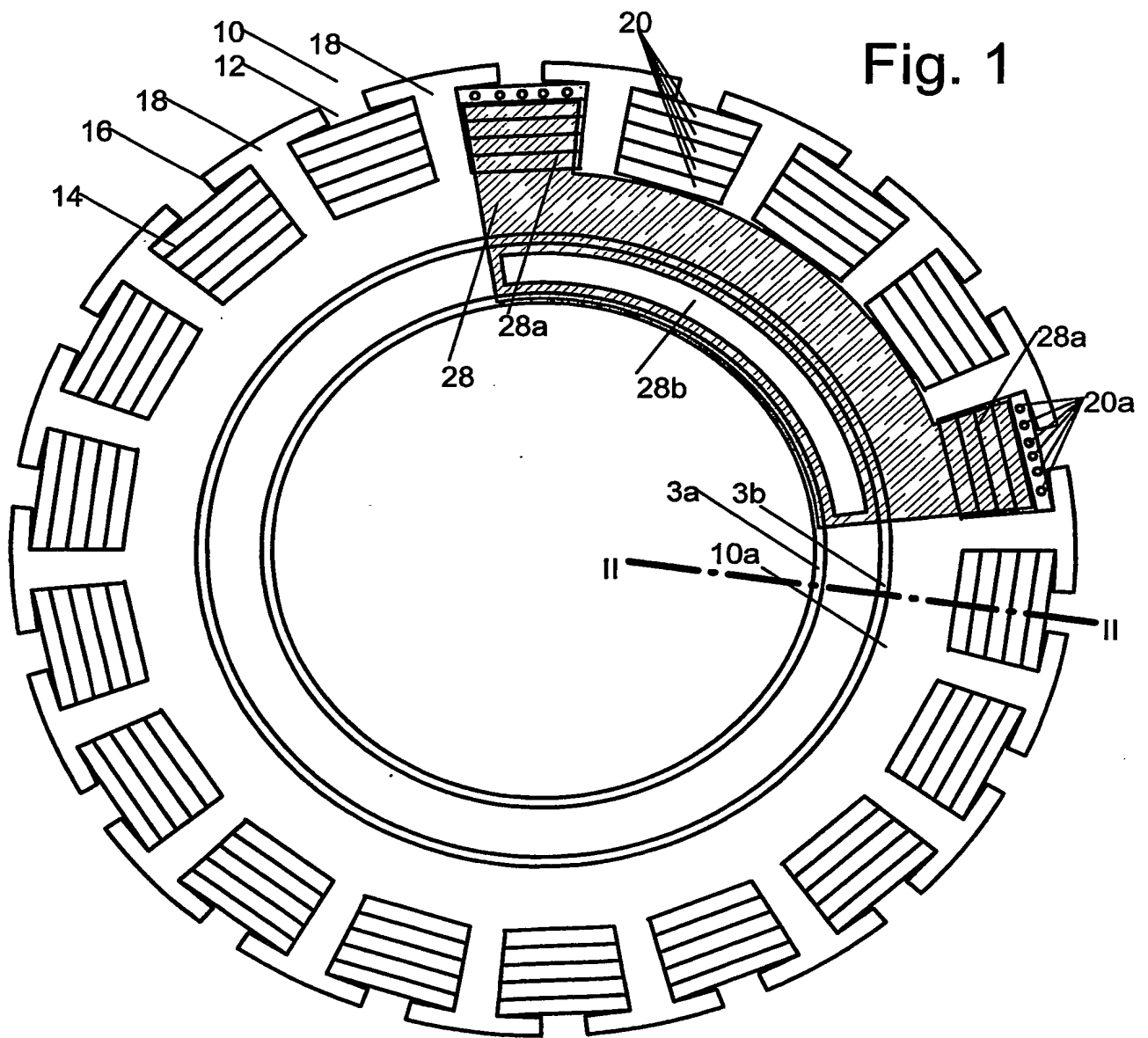


Fig. 2

